



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118633142 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 10

(21) 申请号 202380019176.9

(22) 申请日 2023.01.26

(30) 优先权数据

2022-018193 2022.02.08 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.07.29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/002392 2023.01.26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/153222 JA 2023.08.17

(71) 申请人 东京毅力科创株式会社

地址 日本

(72) 发明人 福井祥吾

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

专利代理师 龙淳 刘芑茜

(51) Int.Cl.

H01L 21/304 (2006.01)

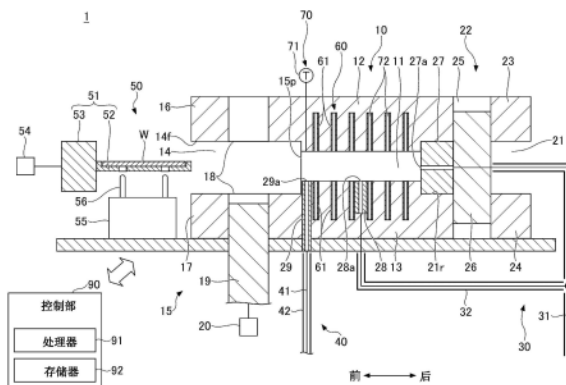
权利要求书3页 说明书12页 附图9页

(54) 发明名称

基片处理装置和基片处理方法

(57) 摘要

本发明的基片处理装置包括处理容器、流体供给部、加热机构、温度测量部和控制部,使用超临界流体使具有液膜的基片干燥。控制部获取在将基片送入处理容器的内部起至送出该基片为止的期间由温度测量部测量出的处理容器的内部的温度信息,存储将该温度信息与时间关联而得的温度时间数据。另外,控制部从所存储的温度时间数据提取温度调节对象期间的温度,基于温度调节对象期间的温度与预先保有的基准温度的比较,判断是否需要修正加热机构的设定温度,在判断为需要修正设定温度的情况下,根据修正后的设定温度来控制加热机构的输出。



1. 一种基片处理装置,其特征在于:

所述基片处理装置使用超临界流体使具有液膜的基片干燥,包括:

容纳所述基片的处理容器;

流体供给部,其向所述处理容器的内部供给所述超临界流体;

加热机构,其对所述处理容器的内部进行加热;和

温度测量部,其测量所述处理容器的内部的温度,

控制部,其控制所述流体供给部和所述加热机构,

所述控制部:

获取在将所述基片送入所述处理容器的内部起至送出该基片为止的期间由所述温度测量部测量出的所述处理容器的内部的温度信息,存储将该温度信息与时间关联而得的温度时间数据,

从所存储的所述温度时间数据提取温度调节对象期间的温度,基于所述温度调节对象期间的温度与预先保有的基准温度的比较,来判断是否需要修正所述加热机构的设定温度,

在判断为需要修正所述设定温度的情况下,根据修正后的所述设定温度来控制所述加热机构的输出。

2. 如权利要求1所述的基片处理装置,其特征在于:

所述期间包括:

升压期间,在送入所述基片后所述处理容器的内部升压至设定压力;

流通期间,通过在所述设定压力的状态下使所述超临界流体流通来对所述基片进行处理;和

减压期间,在所述基片的处理结束后对所述处理容器的内部进行减压,

所述温度调节对象期间是所述减压期间。

3. 如权利要求2所述的基片处理装置,其特征在于:

所述控制部:

提取所述温度时间数据的所述减压期间中的最低温度,

在所述最低温度为所述基准温度以上的情况下,判断为需要修正所述设定温度,

在所述最低温度小于所述基准温度的情况下,判断为不需要修正所述设定温度。

4. 如权利要求3所述的基片处理装置,其特征在于:

所述基准温度是在本次的所述温度时间数据之前获取到的所述温度时间数据的所述减压期间中的所述最低温度。

5. 如权利要求1至4中任一项所述的基片处理装置,其特征在于:

所述加热机构具有能够相互独立地进行温度调节的多个容器用加热器,

所述控制部针对多个所述容器用加热器的每一者判断是否需要修正所述设定温度。

6. 如权利要求5所述的基片处理装置,其特征在于:

多个所述容器用加热器被配置成与容纳于所述处理容器的内部的所述基片的上表面或下表面相对,

所述温度测量部包括设置于多个所述容器用加热器的每一者的多个加热器温度传感器,

所述控制部基于多个所述加热器温度传感器的所述温度信息来修正对应的所述容器用加热器的所述设定温度。

7. 如权利要求6所述的基片处理装置,其特征在于:

所述控制部将所述温度调节对象期间中的多个所述加热器温度传感器各自的测量温度与规定的阈值范围进行比较,

在所述测量温度处于规定的阈值范围外的情况下,对对应的所述容器用加热器的所述设定温度进行修正。

8. 如权利要求1至4中任一项所述的基片处理装置,其特征在于:

包括向所述处理容器的内部供给温度调节气体的温度调节气体供给部,

所述控制部在判断为需要修正所述设定温度的情况下,从所述温度调节气体供给部供给所述温度调节气体。

9. 如权利要求1至4中任一项所述的基片处理装置,其特征在于:

在实施向所述基片供给所述超临界流体来使所述基片干燥的超临界干燥时,在所述设定温度一定的期间,所述控制部将所述加热机构的输出控制为一定。

10. 一种基片处理方法,其特征在于:

所述基片处理方法使用超临界流体来使具有液膜的基片干燥,包括:

将所述基片送入处理容器的内部并进行超临界干燥的步骤,所述超临界干燥向所述处理容器的内部供给所述超临界流体,并且利用加热机构对所述处理容器的内部进行加热;

获取在将所述基片送入所述处理容器的内部起至送出该基片为止的期间由温度测量部测量出的所述处理容器的内部的温度信息,存储将该温度信息与时间关联而得的温度时间数据的步骤;

从所存储的所述温度时间数据提取温度调节对象期间的温度,基于所述温度调节对象期间的温度与预先保有的基准温度的比较,来判断是否需要修正所述加热机构的设定温度的步骤;和

在判断为需要修正所述设定温度的情况下,根据修正后的所述设定温度来控制所述加热机构的输出的步骤。

11. 如权利要求10所述的基片处理方法,其特征在于:

所述期间包括:

升压期间,在送入所述基片后所述处理容器的内部升压至成为设定压力;

流通期间,通过在所述设定压力的状态下使所述超临界流体流通来处理所述基片;和

减压期间,在所述基片的处理结束后对所述处理容器的内部进行减压,

在判断是否需要修正所述设定温度的步骤中:

提取所述温度时间数据的所述减压期间中的最低温度,

在所述最低温度为所述基准温度以上的情况下,判断为需要修正所述设定温度,

在所述最低温度小于所述基准温度的情况下,判断为不需要修正所述设定温度。

12. 如权利要求10或11所述的基片处理方法,其特征在于:

所述加热机构具有能够相互独立地进行温度调节的多个容器用加热器,

所述基片处理方法针对多个所述容器用加热器的每一者判断是否需要修正所述设定温度。

13. 如权利要求12所述的基片处理方法,其特征在于:

多个所述容器用加热器被配置成与收纳于所述处理容器的内部的所述基片的上表面或下表面相对,

所述基片处理方法基于设置于多个所述容器用加热器的每一者的多个加热器温度传感器的所述温度信息,来修正对应的所述容器用加热器的所述设定温度。

14. 如权利要求13所述的基片处理方法,其特征在于:

在判断是否需要修正所述加热机构进行加热时的温度的步骤中:

将所述温度调节对象期间中的多个所述加热器温度传感器各自的测量温度与规定的阈值范围进行比较,

在所述测量温度处于规定的阈值范围外的情况下,修正对应的所述容器用加热器的所述设定温度。

基片处理装置和基片处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及基片处理装置和基片处理方法。

背景技术

[0002] 在专利文献1中公开了一种基片处理装置,其进行向处理容器的内部供给超临界流体来使基片干燥的基片处理。超临界流体使形成于基片的液膜以从不存在气体与液体的界面的超临界状态直接转变为气相的方式(即,以表面张力不作用于基片的凹凸图案的方式)干燥。这种基片处理装置通过适当地控制反复多次的每次基片处理的温度,来促进每次基片处理的工艺性能的均匀性。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2013-26348号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的技术问题

[0007] 本发明提供一种能够进一步促进每次基片处理的温度的均匀化的技术。

[0008] 用于解决技术方案的技术方案

[0009] 根据本发明的一个方式,提供一种基片处理装置,其使用超临界流体使具有液膜的基片干燥,该基片处理装置包括:收纳上述基片的处理容器;流体供给部,其向上述处理容器的内部供给上述超临界流体;加热机构,其对上述处理容器的内部进行加热;温度测量部,其测量上述处理容器的内部的温度;和控制部,其控制上述流体供给部和上述加热机构,上述控制部获取在将上述基片送入上述处理容器的内部起至送出该基片为止的期间内由上述温度测量部测量出的上述处理容器的内部的温度信息,存储将该温度信息与时间关联而得的温度时间数据,从所存储的上述温度时间数据提取温度调节对象期间的温度,基于上述温度调节对象期间的温度与预先保有的基准温度的比较,来判断是否需要修正上述加热机构进行加热时的温度。

[0010] 发明效果

[0011] 根据一个方式,能够进一步促进每次基片处理的温度的均匀化。

附图说明

[0012] 图1是表示一个实施方式的基片处理装置的概略立体图。

[0013] 图2是表示图1的基片处理装置的概略侧面剖视图。

[0014] 图3是表示基片处理装置进行的基片处理方法的流程图。

[0015] 图4是表示超临界干燥的各步骤中的处理容器的内部的温度变化的图表。

[0016] 图5是例示在多次超临界干燥后不修正温度而配置于处理室的情况下的基片的面内温度分布的概略说明图。

[0017] 图6的(A)是表示设置于处理容器的顶壁侧的加热机构的结构的概略俯视图。图6的(B)是将传感器加热器单元放大表示的概略立体图。

[0018] 图7是表示进行温度一定化控制和温度分布均匀化控制的控制部的功能部的框图。

[0019] 图8是表示包括温度一定化控制和温度分布均匀化控制的基片处理方法的流程图。

[0020] 图9是表示变形例的基片处理装置的概略侧面剖视图。

具体实施方式

[0021] 以下,参照附图,对用于实施本发明的方式进行说明。在各附图中,对相同构成部分标注相同附图标记,有时省略重复的说明。

[0022] 首先,参照图1和图2,对一个实施方式的基片处理装置1的结构进行说明。基片处理装置1通过将形成于基片W的干燥液的液膜替换为超临界流体,来进行使基片W干燥的基片处理(以下,也将使用超临界流体的干燥称为超临界干燥)。超临界流体是通过置于临界温度以上的温度和临界压力以上的压力中而无法区分液体和气体的状态的流体。当将干燥液等的液膜替换为超临界流体时,能够在基片W的凹凸图案中使液体与气体的界面消失。其结果,不产生液体的表面张力,能够抑制凹凸图案的崩坏。

[0023] 形成液膜的干燥液例如为IPA(异丙醇)等有机溶剂。作为超临界流体,例如能够列举二氧化碳、乙醇、甲醇、丙醇、丁醇、甲烷、乙烷、丙烷、水、氨、乙烯、氟甲烷等。以下,代表性地说明使用二氧化碳作为超临界流体的例子。

[0024] 基片处理装置1具有处理容器10、向处理容器10供给流体的流体供给部30、从处理容器10排出流体的流体排出部40、向处理容器10输送基片W的基片输送部50和对处理容器10进行加热的加热机构60。基片处理装置1还具有控制各结构的动作的控制部90。

[0025] 处理容器10形成为大致长方体状的箱体,将具有干燥液的液膜的基片W收纳于内部的处理室11而对该基片W进行处理。处理室11呈在水平方向上较宽而在铅垂方向上较窄的长方体状的空间,以收纳薄板且正圆状的基片W。在处理容器10中包围处理室11的顶壁12和底壁13构成为比处理室11的铅垂方向的高度厚。

[0026] 处理容器10在其前方具有铅垂方向中间部向后侧(处理室11侧)凹陷的凹状空间14。该处理容器10的前方构成在将基片W送入处理室11时用于固定基片输送部50的送入送出机构15。送入送出机构15具有使基片输送部50进入凹状空间14的前方开放部14f,并且在凹状空间14的后部具有与处理室11连通的送入送出口15p。

[0027] 另外,在将凹状空间14夹在之间的处理容器10的上壁16和下壁17分别形成有一个以上(在本实施方式中为两个)的贯通孔18。上壁16的各贯通孔18和下壁17的各贯通孔18在俯视时形成为长方形,彼此相对。送入送出机构15在下壁17侧的一对贯通孔18中分别收纳有前方封闭部件19。另外,送入送出机构15在处理容器10的下方具有使多个前方封闭部件19同时升降的升降驱动部20。

[0028] 各前方封闭部件19形成为长方体状的块,在升降驱动部20的动作下,在各贯通孔18内沿铅垂方向升降。在基片输送部50将基片W送入处理室11时,各前方封闭部件19从下壁17的各贯通孔18通过凹状空间14,进而插入上壁16的各贯通孔18。送入送出机构15通过在

上壁16的各贯通孔18和下壁17的各贯通孔18配置各前方封闭部件19,能够将基片输送部50牢固地固定于处理容器10。

[0029] 并且,处理容器10在其后方具有上下方向中间部向前侧(处理室11侧)凹陷的凹状空间21。该处理容器10的后方构成用于固定释放超临界流体的第一供给头27的流体释放固定机构22。流体释放固定机构22在凹状空间21的前部侧具有与处理室11连通的配置部21r。第一供给头27收纳于该配置部21r。

[0030] 与送入送出机构15同样地,在将凹状空间21夹在之间的处理容器10的上壁23和下壁24分别形成有一个以上(在本实施方式中为两个)的贯通孔25。上壁23的各贯通孔25与下壁24的各贯通孔25彼此相对。其中,成为在各贯通孔25中预先插入有用于固定第一供给头27的后方封闭部件26的状态。后方封闭部件26以在实施超临界干燥等时不能移动的方式固定,在维护时等能够被卸下,由此能够从处理容器10取出第一供给头27。

[0031] 第一供给头27通过被收纳在处理容器10的配置部21r,而将处理室11的后方气密地封闭。第一供给头27与流体供给部30连接,并且具有向处理室11的露出面释放超临界流体的多个释放口27a。多个释放口27a沿着处理室11的横向(水平方向)等间隔地排成一排。

[0032] 另外,处理容器10在底壁13的前后方向中心位置设有第二供给头28。该第二供给头28也与流体供给部30连接,并且具有向处理室11的露出面释放超临界流体的多个释放口28a。多个释放口28a沿着处理室11的横向(水平方向)等间隔地排成一排。

[0033] 流体供给部30具有与第一供给头27和第二供给头28连接的供给路径31,经由供给路径31供给超临界流体。供给路径31在上游端与流体源(未图示)连接,并且与第一供给头27和第二供给头28相应地在中途位置分支。另外,流体供给部30在供给路径31的中途位置具有供给侧加热器32和未图示的泵、流量调节器、开闭阀等。流体供给部30与基片处理装置1的控制部90连接,由控制部90控制各结构。

[0034] 流体源能够应用高压罐等,使贮存于罐内的超临界流体(CO₂)向供给路径31流出。供给侧加热器32对从流体源供给来的超临界流体进行加热,将超临界流体的温度维持在临界温度以上。供给侧加热器32例如设置于大致整个供给路径31。流量调节器和开闭阀设置于供给路径31的各分支部分,进行超临界流体的供给量的调节、供给和供给停止的切换。

[0035] 流体排出部40具有与处理容器10的排出头29连接的排出路径41,经由排出路径41排出处理室11内的流体。排出头29设置于处理容器10的底壁13的前方侧(送入送出口15p侧)。排出头29的释放口29a以与处理室11连通的方式在底壁13的上表面开口。在经由排出头29排出到处理容器10的外部的流体中,除了超临界流体以外,还包含溶解于超临界流体的干燥液的蒸气。

[0036] 流体排出部40在排出路径41的中途位置设有排出侧加热器42和未图示的流量调节器、减压阀、开闭阀、温度传感器、压力传感器、流量传感器等。另外,排出路径41的下游端与用于对所排出的超临界流体进行处理的未图示的排出机构连接。排出侧加热器42在排出路径41中抑制流体的液化。排出侧加热器42例如设置于整个排出路径41。

[0037] 另一方面,基片输送部50设置于处理容器10的前方,与未图示的输送装置之间进行基片W的接收或交付。并且,基片输送部50通过使基片W相对于处理容器10相对移动,来进行基片W向处理容器10内的收纳或基片W从处理容器10内的取出。特别是,本实施方式的基片处理装置1在利用基片输送部50保持着基片W的状态下进行作为基片处理的超临界干燥。

[0038] 具体而言,基片输送部50包括:保持基片W的基片保持体51;进退动作部54,其使基片保持体51相对于处理容器10进退;和升降销机构55,其使基片W上升和下降而与输送装置之间进行基片W的接收和交付。另外,基片保持体51具有载置基片W的托盘52和设置于托盘52的前边的盖体53。

[0039] 托盘52构成为呈比基片W的直径稍大的长方形的框架,以在水平方向上延伸的方式由盖体53支承。在托盘52将基片W保持为水平的状态下,成为具有液膜的基片W的表面面向铅垂方向上侧的状态。

[0040] 盖体53形成为长方体状的块,与托盘52一体地移动而进入凹状空间14,由此封闭处理容器10的送入送出口15p。可以在盖体53或处理容器10的后部中的至少一者设置有气密地封闭处理室11的密封部件(未图示)。另外,送入送出机构15在盖体53封闭送入送出口15p的状态下使前方封闭部件19上升,由此防止盖体53向前方开放部14f移动。由此,基片处理装置1能够防止在超临界干燥中基片保持体51相对于处理容器10的相对移动。

[0041] 进退动作部54与基片处理装置1的控制部90连接,在控制部90的控制下,使基片保持体51沿着水平方向滑动。进退动作部54例如使基片保持体51在外侧位置与内侧位置之间往复移动,外侧位置是进行基片W的接收和交付的位置,内侧位置是将托盘52配置在处理室11内利用盖体53封闭送入送出口15p的位置。

[0042] 升降销机构55在托盘52位于外侧位置的状态下,通过使多个(3个以上)升降销56升降,与输送装置之间进行基片W的接收和交付。例如,升降销机构55除了各升降销56之外,在内部还具有与控制部90连接的驱动源和将驱动源的驱动力传递至各升降销56的驱动传递部等(均未图示)。

[0043] 加热机构60通过对处理容器10的顶壁12和底壁13进行加热,从处理室11的上方和下方对该处理室11内进行加热,将处理室11内维持在规定的温度。关于该加热机构60的具体结构,在后面详细说明。

[0044] 另外,基片处理装置1包括温度测量部70,该温度测量部70测量收纳于处理室11的基片W的温度,向控制部90发送该温度信息。例如,温度测量部70包括测量处理室11的温度的室内温度传感器71和对后述的加热机构60的多个传感器加热器单元61的每一者测量温度的多个加热器温度传感器72。此外,基片处理装置1只要具有室内温度传感器71和各加热器温度传感器72中的任一者作为获取处理室11的温度的结构即可。

[0045] 基片处理装置1的控制部90能够应用具有处理器91、存储器92、未图示的输入输出接口和电子电路等的计算机。处理器91是将CPU(Central Processing Unit:中央处理器)、GPU(Graphics Processing Unit:图形处理器)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit:专用集成电路)、FPGA(Field-Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)、由多个分立半导体构成的电路等中的一个或多个组合而成的。存储器92是将易失性存储器、非易失性存储器(例如光盘、DVD(Digital Versatile Disc:数字多功能光盘)、硬盘、闪存等)适当组合而成的。此外,控制部90也可以应用对多个基片处理装置的动作进行控制的综合性的控制装置,在该情况下,也可以由经由网络进行信息通信的主计算机或多个节点构成。

[0046] 在存储器92中存储有控制在基片处理装置1中执行的各种处理的程序。控制部90通过处理器91执行存储于存储器92的程序来控制基片处理装置1的各结构的动作。控制部

90实施例如图3所示的基片处理方法的处理流程。

[0047] 在基片处理方法中,在步骤S1的处理前步骤中,将基片W收纳到处理容器10的处理室11。此时,基片处理装置1的控制部90使各升降销56上升而从输送装置接收具有干燥液的液膜的基片W,使各升降销56下降,由此将基片W载置到基片保持体51的托盘52。进而,控制部90使进退动作部54动作而使基片保持体51在水平方向上滑动,从送入送出口15p将基片W收纳到处理室11中。当盖体53与构成凹状空间14的后方的壁接触而将送入送出口15p封闭时,控制部90使送入送出机构15的升降驱动部20动作而使各前方封闭部件19进入到上壁16的各贯通孔18,由此固定盖体53,使处理室11成为密闭状态。

[0048] 接着,在步骤S2的升压步骤中,控制部90控制流体供给部30来向处理容器10的处理室11供给超临界流体,另一方面,关闭流体排出部40的排出路径41。由此,处理室11的内部压力升压至超临界流体的临界压力以上的设定压力。另外,在升压步骤中,控制部90仅从第二供给头28向处理室11供给超临界流体,由此抑制基片W的上表面的干燥液的晃动等而防止凹凸图案的崩坏。

[0049] 然后,在步骤S3的流通步骤中,控制部90控制流体供给部30来向处理室11供给超临界流体,并且利用流体排出部40排出处理室11的流体,由此使超临界流体在基片W的上方流通。此时,控制部90从第一供给头27和第二供给头28这两者向处理室11释放超临界流体。控制部90控制各流量调节器以使得流体供给部30供给的超临界流体的流量与流体排出部40所排出的流体的流量相等,由此将处理容器10的内部压力维持为设定压力。由此,干燥液的液膜一边溶解于超临界流体一边被替换为超临界流体,基片W干燥。溶解于超临界流体的干燥液与超临界流体一起经由排出路径41被排出到处理容器10的外部。

[0050] 在步骤S4的减压步骤中,控制部90停止利用流体供给部30供给超临界流体,另一方面,利用流体排出部40继续排出处理室11的流体,由此将处理容器10的内部压力减压至大气压(0.1MPa)左右。

[0051] 最后,在步骤S5的处理后步骤中,控制部90控制升降驱动部20而使前方封闭部件19下降,进而使进退动作部54动作而使基片保持体51从处理容器10后退。由此,盖体53将处理容器10的送入送出口15p开放,载置于托盘52的基片W被送出到处理容器10的外部。当基片保持体51后退至外侧位置时,控制部90使各升降销56上升而使基片W从托盘52上浮,将该基片W交付到移动过来的输送装置。

[0052] 在进行以上的基片处理方法时,控制部90基于加热机构60的设定温度控制加热机构60的输出,对处理室11和基片W进行加热。加热机构60的设定温度越高,加热机构60的输出被控制得越高。加热机构60的输出由每单位时间的发热量表示。在加热机构60的设定温度一定的期间,控制部90将加热机构60的输出控制为一定。在加热机构60的设定温度一定的期间,实际的处理室11(例如基片W)的温度例如如图4所示的图表那样随着时间经过而变动。此外,在图4的曲线图中,横轴是时间,纵轴是处理室11的温度。加热机构60的设定温度基本上在所有步骤中为相同的温度,但也可以在所希望的时机进行修正。当加热机构60的设定温度被修正时,加热机构60的输出也被修正。

[0053] 具体而言,在处理前步骤中,控制部90利用加热机构60对处理室11进行加热。由此,处理室11的温度被调节为能够立即开始超临界干燥的升压步骤的状态。

[0054] 在接下来的升压步骤中,控制部90利用加热机构60对处理室11进行加热,并且利

用流体供给部30供给超临界流体。随着由该超临界流体的供给引起的处理室11的压力上升,处理室11的温度急剧上升。

[0055] 然后,当从升压步骤转移到流通步骤时,控制部90一边利用加热机构60对处理室11进行加热,一边进行超临界流体的供给和排出。因此,处理室11的温度被维持为在最适合超临界干燥的温度(临界温度以上的温度)处大致一定。

[0056] 在接下来的减压步骤中,控制部90利用加热机构60对处理室11进行加热,并且利用流体排出部40排出超临界流体。在减压步骤中,随着处理室11的压力降低,处理室11的温度急剧下降。之后,当处理室11的压力降低变缓时,处理室11的温度缓慢上升。即,减压步骤中的处理室11的温度描绘出具有谷部的曲线。

[0057] 在处理步骤中,控制部90为了顺畅地进行下一基片处理,利用加热机构60对处理室11进行加热。由此,处理室11的温度从减压步骤继续缓慢上升。

[0058] 此外,图4所示的图表只不过表示超临界干燥时的温度变化的一例。在实际反复进行超临界干燥的情况下,处理室11的温度因各种因素而变动。例如,处理前步骤后的处理室11的温度由于伴随送入送出口15p的开闭的温度变化、超临界干燥时的处理容器10的蓄热等的影响,在每次超临界干燥(每次基片处理)时成为各自不同的温度。例如由于处理容器10的蓄热,处理室11的温度缓慢上升。之后,当处理容器10的蓄热与散热平衡时,处理室11的温度成为一定。

[0059] 另外,图4所示的曲线图是将处理室11整体的温度平均化而得到的,有时收纳于处理室11的基片W的温度分布不一致。例如,如图5所示,处理前步骤前的基片W的温度容易在处理容器10的里侧变高,在送入送出口15p侧变低。这是因为,在处理室11的里侧容易蓄积热,另一方面,送入送出口15p侧在开放处理室11时容易散热。如该图5所示,在温度分布中存在较大差异的状态下,经过升压步骤和流通步骤时,产生基片W的表面的干燥不均,有可能导致凹凸图案的崩坏。此外,在图5中,基片W的黑色的部分是在基片W的温度分布中成为高温的部位。

[0060] 即,在调节超临界干燥的处理室11的温度的情况下,优选在每次实施超临界干燥时进行温度一定化控制和温度分布均匀化控制,温度一定化控制进行控制以使得处理室11的温度一定,温度分布均匀化控制进行控制以使基片W的面内温度分布不产生差异。

[0061] 为了进行温度分布均匀化控制,对基片处理装置1的处理容器10进行加热的加热机构60如图6的(A)和(B)所示包括多个传感器加热器单元61(容器用加热器)。各传感器加热器单元61分散地配置在与由基片输送部50移动到内侧位置的基片W相对的位置。各传感器加热器单元61沿着处理容器10的铅垂方向细长地形成(也参照图2)。详细而言,以内侧位置的基片W的中心为基点,设定半径不同的多个假想同心圆,各传感器加热器单元61在各假想同心圆中等间隔地排列,并且被设置成随着从中心去往外侧的假想同心圆而数量变多。

[0062] 而且,各传感器加热器单元61包括多个(例如4个)杆状的加热器主体62、保持各加热器主体62的筒体63、和收纳于筒体63的内侧的加热器温度传感器72。

[0063] 多个加热器主体62形成为比筒体63的壁厚更细,分别被插入在形成于筒体63的多个周围孔63b中。各加热器主体62经由未图示的配线与加热用供电部64连接,通过从加热用供电部64供给电功率而分别升温。筒体63由热传导率高的材料形成,在中心部具有传感器配置孔63a,并且在传感器配置孔63a的周围具有多个周围孔63b。

[0064] 构成温度测量部70的加热器温度传感器72通过将杆状的检测件插入筒体63的传感器配置孔63a,而与各加热器主体62和筒体63形成为一体。该加热器温度传感器72例如能够应用对从基片W辐射的红外线进行聚光来测量温度的非接触式的辐射温度传感器。辐射型的加热器温度传感器72通过测量基片W的相对位置的温度,能够高精度地检测相同点的各加热器主体62对基片W施加的温度。另外,加热器温度传感器72设置于在筒体63内实际升温的各加热器主体62的相邻位置,由此能够不受到比筒体63靠外侧的温度的干扰地测量温度。

[0065] 如图2所示,设置于顶壁12的各加热器温度传感器72测量基片W的上表面的温度,设置于底壁13的各加热器温度传感器72测量基片W的下表面的温度。基片W刚收纳之后,上表面被干燥液的液膜覆盖,因此顶壁12的加热器温度传感器72能够测量液膜的温度。另一方面,底壁13的各加热器温度传感器72通过应用在相对部位具有孔的托盘52,能够直接检测基片W的温度。此外,各加热器温度传感器72并不限定于设置在顶壁12和底壁13这两者,也可以仅设置于任一者。

[0066] 如以上那样构成的加热机构60通过控制部90控制加热用供电部64来调节多个传感器加热器单元61各自的电功率供给量。由此,各传感器加热器单元61能够相互独立地进行温度调节。因此,在例如如图5所示,基片W的外周部的温度高的情况下,如果使外周部的传感器加热器单元61的温度比基片W的中心部的温度低,则能够促进基片W的面内温度分布的均匀化。

[0067] 另外,控制部90为了进行温度一定化控制,持续地对超临界干燥的各步骤的温度进行采样并存储在存储器92中,基于所存储的温度信息在实施下次的超临界干燥时调节为适当的温度。因此,如图7所示,控制部90在超临界干燥的实施中在内部构建调节设定部100、温度获取部101、温度判断部102、修正值计算部103和温度指令部104。

[0068] 调节设定部100经由与控制部90连接的用户接口(未图示)来设定在超临界干燥中调节温度的温度调节对象期间。温度调节对象期间可以以处理前步骤的实施期间即处理前期间、升压步骤的实施期间即升压期间、流通步骤的实施期间即流通期间、减压步骤的实施期间即减压期间、处理后步骤的实施期间即处理后期间等为单位来设定。例如,调节设定部100显示如图4所示的图表,使用户选择温度调节对象期间。另外,温度调节对象期间也可以与用户的操作无关地在控制部90中自动设定。由此,控制部90能够跟随方案中的各步骤的时间而灵活地进行温度调节。

[0069] 温度获取部101获取在超临界干燥中由温度测量部70测量出的温度信息,将与该温度信息和时间信息相关联的温度时间数据存储在存储器92中。因此,在存储器92中存储有反复多次的每次超临界干燥(每次基片处理)的温度时间数据。此外,也可以构成为,存储在存储器92中的温度时间数据在基片处理装置1停止时等自动地被删除,在下次的基片处理装置1启动时新累积数据。

[0070] 另外,在如上述那样具有多个加热器温度传感器72的情况下,按多个加热器温度传感器72的每一者存储温度时间数据。由此,控制部90能够对多次超临界干燥的每一者来监视多个加热器温度传感器72各自的温度时间数据。

[0071] 温度判断部102基于所存储的温度时间数据,针对各传感器加热器单元61加热的温度判断是否实施修正。例如,温度判断部102将温度调节对象期间中的基准温度与本次的

超临界干燥中测量出的温度时间数据中符合温度调节对象期间的温度信息进行比较。然后,温度判断部102在温度信息为基准温度以上的情况下(或者从基准温度偏离规定以上的情况下)判断为需要修正,在温度信息小于基准温度(或者从基准温度的偏离小于规定的情况下)判断为不需要修正。

[0072] 基准温度能够应用在上次(前一次)的超临界干燥中获取到的温度时间数据。由此,基片处理装置1在反复进行多次超临界干燥的情况下,结果能够调节为始终一定的温度。或者,基准温度可以使用过去测量出的多个温度时间数据的平均值,也可以预先准备通过进行实验、模拟等而得到的最佳的温度时间数据。

[0073] 作为一例,在进行了减压步骤的设定作为温度一定化控制的温度调节对象期间的情况下,温度判断部102可以将本次的减压步骤的最低温度与基准温度的减压步骤的最低值进行比较。然后,在本次的最低温度比基准温度的最低值上升了规定以上的情况下,判断为实施修正。此外,随着超临界干燥的次数增加,由于处理容器10的蓄热,减压步骤的最低温度缓慢地上升。之后,当处理容器10的蓄热与散热平衡时,减压步骤的最低温度变得一定。

[0074] 进而,在具有多个加热器温度传感器72的情况下,温度判断部102使用各加热器温度传感器72的温度信息来判断面内温度分布的均匀性。例如,在作为温度分布均匀化控制的温度调节对象期间而进行了升压步骤的设定的情况下,温度判断部102提取升压步骤的相同时刻(例如,开始时)的各加热器温度传感器72的测量温度,将该测量温度与规定的阈值范围进行比较。然后,温度判断部102在测量温度处于规定的阈值范围外的情况下,判断为需要对具有该加热器温度传感器72的传感器加热器单元61进行修正。另一方面,温度判断部102在测量温度处于规定的阈值范围内的情况下,判断为不需要修正。

[0075] 另外,修正值计算部103在温度判断部102中判断为实施修正的情况下,计算用于修正传感器加热器单元61的温度的修正值。温度一定化控制中的修正值计算温度调节对象期间中的本次的温度信息与相同的温度调节对象期间中的基准温度之差,作为实现该差的消除的适当的值来计算。

[0076] 例如,在设定减压步骤作为温度一定化控制的温度调节对象期间的情况下,当本次的减压步骤的最低温度比基准温度的最低值高时,计算降低加热机构60的设定温度的修正值(负的温度)。由此,下次的超临界干燥的设定温度成为加上了修正值(负的温度)的温度。其结果,下次的超临界干燥的温度变得与基准温度一致或充分接近基准温度,能够使处理后步骤的温度、之后的超临界干燥的处理前步骤、升温步骤的温度一致。即,减压步骤中的最低温度成为之后温度上升的起点,通过使该起点的温度与基准温度一致,能够容易地控制处理室11的温度。

[0077] 另一方面,关于温度分布均匀化控制中的修正值,作为在温度分布均匀化控制的温度调节对象期间中实现各加热器温度传感器72的测量温度的差的消除的值来计算。作为一例,在设定升压步骤作为温度分布均匀化控制的温度调节对象期间的情况下,监视本次升压步骤开始时的各加热器温度传感器72的测量温度。进而,例如,在各加热器温度传感器72中的与基片W的外周部相对的加热器温度传感器72的测量温度高的情况下,修正值计算部103计算降低具有该加热器温度传感器72的传感器加热器单元61的温度的修正值。

[0078] 另外,优选在进行温度一定化控制的修正的情况下,考虑该温度一定化控制的修

正值来计算温度分布均匀化控制中的修正值。例如,在温度一定化控制的修正值为 -3°C ,并且基片W的外周部的加热器温度传感器72的温度信息的差值为 $+2^{\circ}\text{C}$ 的情况下,修正值计算部103计算出 -5°C 作为该加热器温度传感器72的修正值。由此,控制部90能够得到包含温度一定化控制和温度分布均匀化控制的修正值。

[0079] 温度指令部104基于修正值计算部103计算出的修正值和超临界干燥的设定温度来计算各传感器加热器单元61的温度参数。温度参数在需要修正的情况下是基于修正值修正后的设定温度,在不需要修正的情况下是设定温度本身。然后,在接下来的超临界干燥中,温度指令部104将计算出的温度参数的指令信息发送到加热用供电部64。基于该指令信息,加热用供电部64调节对各传感器加热器单元61的电功率的供给量,由此各传感器加热器单元61能够以适当的温度对收纳于处理容器10内的基片W进行加热。

[0080] 本实施方式的基片处理装置1基本上如以上那样构成,以下,参照图8,说明包括温度一定化控制和温度分布均匀化控制的动作(基片处理方法)。

[0081] 基片处理装置1的控制部90在超临界干燥开始前,首先利用调节设定部100设定超临界干燥中的温度调节对象期间(步骤S11)。以下,对设定为在减压步骤中进行温度一定化控制并且在升压步骤中进行温度分布均匀化控制的情况进行说明。

[0082] 接着,基片处理装置1的控制部90实施超临界干燥(步骤S12)。此时,控制部90按照图3所示的处理流程,依次进行处理前步骤、升压步骤、流通步骤、减压步骤和处理后步骤。在基片处理装置1启动后第一次实施超临界干燥的情况下,以未进行修正的设定温度控制加热机构60的温度。

[0083] 然后,在实施超临界干燥时,温度获取部101利用温度测量部70测量处理室11(基片W)的温度,获取温度测量部70的温度信息,作为温度时间数据存储于存储器92中(步骤S13)。

[0084] 当本次的超临界干燥结束时,控制部90读出存储在存储器92中的本次的温度时间数据,基于该温度时间数据对下次的超临界干燥中的温度判断是否实施修正。

[0085] 具体而言,温度判断部102提取本次减压步骤中的最低温度,并与所保有的基准温度的最低值进行比较,由此判断是否进行温度一定化控制的修正(步骤S14)。然后,在本次的最低温度相对于基准温度的最低值偏离规定值以上的情况下,温度判断部102判断为实施温度一定化控制的修正而进入步骤S15。另一方面,在本次的最低温度相对于基准温度的最低值的偏离小于规定值的情况下,温度判断部102判断为不实施温度一定化控制的修正,跳过步骤S15而进入步骤S16。

[0086] 在步骤S15中,修正值计算部103计算温度一定化控制中的修正值。例如,在本次的最低温度比基准温度的最低温度高规定值以上的情况下,修正值计算部103计算降低加热机构60的温度的修正值。反之,在本次的最低温度比基准温度的最低温度低规定值以下的情况下,修正值计算部103计算提高加热机构60的温度的修正值。

[0087] 接着,温度判断部102使用从存储器92读出的本次的各传感器加热器单元61的温度时间数据,判断是否进行升温步骤中的温度分布均匀化控制的修正(步骤S16)。在各传感器加热器单元61的温度不均匀的情况下,温度判断部102判断为实施温度分布均匀化控制的修正并进入步骤S17。另一方面,在各传感器加热器单元61的温度均匀的情况下,温度判断部102判断为不实施温度分布均匀化控制的修正,跳过步骤S17而进入步骤S18。

[0088] 在步骤S17中,修正值计算部103计算温度分布均匀化控制中的各传感器加热器单元61的修正值。例如,在基片W的外周部的温度比基片W的中心部的温度高的情况下,修正值计算部103计算降低与基片W的外周部相对的传感器加热器单元61的温度的修正值。另外,在计算出温度一定化控制的修正值的情况下,修正值计算部103考虑温度一定化控制的修正值来计算各传感器加热器单元61的修正值。

[0089] 然后,温度指令部104设定下次的超临界干燥中的加热机构60的温度参数(步骤S18)。在本次的超临界干燥中判断为需要修正的情况下,重新设定为加上了修正值计算部103计算出的修正值后的温度参数。

[0090] 之后,控制部90判断是否进行下次的超临界干燥(步骤S19),在进行下次的超临界干燥的情况下,返回步骤S12,之后反复进行同样的处理流程。另外,在下次的超临界干燥中,温度指令部104向加热用供电部64输出所设定的温度参数(已修正的设定温度或未修正的设定温度)的指令信息,由此能够适当地调节收纳于处理容器10内的基片W的温度。

[0091] 以上的基片处理装置1在实施超临界干燥时,不反馈温度测量部70测量出的温度,而在实施超临界干燥之前设定的温度参数对加热机构60进行加热(进行前馈控制)。由此,能够抑制处理容器10的温度的微变动,并且稳定地进行多次超临界干燥中的每一者的温度的均匀化。

[0092] 如上所述,基片处理装置1和基片处理方法基于温度调节对象期间的温度信息与基准温度的比较,判断是否需要修正加热机构60的设定温度,由此能够促进每次基片处理的温度的均匀化。即,在温度信息偏离于基准温度的情况下,通过修正加热机构60的设定温度,使得下次的基片处理的温度接近基准温度。由此,能够尽可能地抑制每次基片处理的温度的偏差,实现基片处理时的工艺性能的稳定化。其结果,能够更可靠地维持基片W的凹凸图案的状态。

[0093] 另外,基片处理装置1通过对处理室11进行减压的减压步骤设为温度调节对象期间,能够以减压步骤中的最低温度为基准针对每次基片处理使温度一致。由此,温度调节的温度上升的上升曲线的起点的温度一致,因此能够更容易地促进温度的一定化。

[0094] 并且,加热机构60包括多个传感器加热器单元61,由此能够对收纳于处理室11的基片W独立地进行各传感器加热器单元61的温度调节。而且,控制部90通过对各个传感器加热器单元61判断是否需要温度的修正,能够简单地使基片W的面内温度分布均匀化。

[0095] 控制部90在温度分布均匀化控制中,基于设置于多个传感器加热器单元61的每一者的加热器温度传感器72的温度信息,判断是否需要修正对应的各传感器加热器单元61的温度。因此,基片处理装置1能够更高精度地调节各传感器加热器单元61的温度。

[0096] 此外,本实施方式的基片处理装置1和基片处理方法不限于以上的实施方式,能够采用各种变形例。例如,基片处理装置1不限于实施温度一定化控制和温度分布均匀化控制这两者,也可以构成为仅进行任一者的控制。作为一例,基片处理装置1可以构成为不进行温度分布均匀化控制,而仅进行使温度调节对象期间中的加热机构60的温度在每次超临界干燥(每次基片处理)时一定的温度一定化控制。在该情况下,也能够谋求每次超临界干燥的温度的均匀化,因此能够使工艺性能稳定化,能够将基片W的凹凸图案的状态维持为大致一定。

[0097] 另外,在超临界干燥中进行温度一定化控制的温度调节对象期间并不限定于减压

步骤,也可以是处理前步骤、升压步骤、流通步骤和处理后步骤中的任一者。例如,作为处理前步骤的温度一定化控制,基片处理装置1针对向处理室11收纳基片W前的温度进行使之与相同时机的温度一致的修正,由此仍然能够促进处理性能的稳定化。另外,作为处理后步骤的温度一定化控制,通过进行使从处理室11取出基片W时的温度一致的修正,也能够得到同样的效果。或者,作为升压步骤的温度一定化控制,针对升压步骤开始时或达到规定的压力时的温度,进行使之与相同时机的温度一致的修正,由此也能够促进工艺性能的稳定化。并且,作为流通步骤的温度一定化控制,通过进行使流通步骤开始时、停止时的温度一致的修正,也能够抑制每次超临界干燥的温度不均。

[0098] 另外,在超临界干燥中进行温度分布均匀化控制的温度调节对象期间也不限定于升压步骤,可以是处理前步骤、流通步骤、减压步骤和处理后步骤中的任一者。例如,作为处理前步骤的温度分布均匀化控制,基片处理装置1针对向处理室11收纳基片W前的温度进行使各传感器加热器单元61的温度均匀化的修正,能够均匀地加热所收纳的基片W。另外,作为处理后步骤的温度分布均匀化控制,通过进行使从处理室11取出基片W时各传感器加热器单元61的温度均匀化的修正,也能够得到同样的效果。或者,作为流通步骤的温度分布均匀化控制,通过进行使流通步骤开始时、停止时的温度均匀化的修正,也能够抑制每次超临界干燥的温度不均。并且,作为减压步骤的温度分布均匀化控制,通过进行针对减压步骤时的最低温度使各传感器加热器单元61的温度均匀化的修正,也能够适当地调节处理室11内的温度。

[0099] 另外,图9所示的变形例的基片处理装置1A与上述的基片处理装置1的不同点在于,包括对处理容器10的处理室11内喷出能够进行温度调节的温度调节气体的温度调节气体供给部80。作为温度调节气体供给部80喷出的温度调节气体,能够列举被调节为比处理容器10低的温度的冷却用的非活性气体(例如, N_2 气体)。例如,温度调节气体供给部80包括驱动式喷嘴81和向该驱动式喷嘴81供给温度调节气体的外部供给机构82。

[0100] 驱动式喷嘴81形成为具有基部延伸部81a和前端延伸部81b的L字状,基部延伸部81a能够相对于凹状空间14进退;前端延伸部81b能够从基部延伸部81a的突出端经由送入送出口15p进入处理室11和从处理室11后退。驱动式喷嘴81的前端延伸部81b构成为能够机械地伸缩,且在最前端设有喷出温度调节气体的喷出口(未图示)。此外,在图9中,图示了驱动式喷嘴81通过上壁16的贯通孔18插入到送入送出口15p的状态,但将驱动式喷嘴插入到送入送出口15p的路径没有特别限定,例如也可以是从处理容器10的侧方进入送入送出口15p的结构。

[0101] 外部供给机构82在控制部90的控制下对驱动式喷嘴81进行温度调节气体的供给和停止供给。例如,控制部90在超临界干燥结束后(处理后步骤)判断为需要修正加热机构60的温度的情况下,利用温度调节气体供给部80进行温度调节气体的供给。

[0102] 控制部90在基片保持体51从处理容器10后退的时机,使驱动式喷嘴81进入处理容器10的处理室11。然后,在驱动式喷嘴81进入后,通过向处理室11喷出温度调节气体,调节处理室11的温度。另外,此时,流体排出部40将残留于处理室11的气体和温度调节气体从处理室11排出。由此,基片处理装置1A能够在短时间内降低处理室11的温度,能够进一步缩短温度一定化控制。

[0103] 另外,基片处理装置1A也可以包括检测驱动式喷嘴81的喷出口的位置的传感器

(未图示),基于传感器的检测结果使前端延伸部81b的延伸长度(喷出口的位置)变动。由此,通过使驱动式喷嘴81进到处理室11的适当的位置(例如里侧),能够使温度调节气体直接接触重点进行冷却的部位,能够进一步促进基片W的面内温度分布的均匀化。

[0104] 本次公开的实施方式所涉及的基片处理装置1和基片处理方法在所有方面均为例示,并不是限制性的。实施方式能够在不脱离发明范围及其主旨的情况下以各种方式进行变形和改良。上述多个实施方式所记载的内容在不矛盾的范围内也能够采用其他构成,另外,能够在不矛盾的范围内进行组合。

[0105] 本申请主张于2022年2月8日向日本专利局申请的基础申请2022-18193号的优先权,将其全部内容通过参照援引于此。

[0106] 附图标记说明

[0107] 1 基片处理装置

[0108] 10 处理容器

[0109] 30 流体供给部

[0110] 60 加热机构

[0111] 70 温度测量部

[0112] 90 控制部

[0113] W 基片。

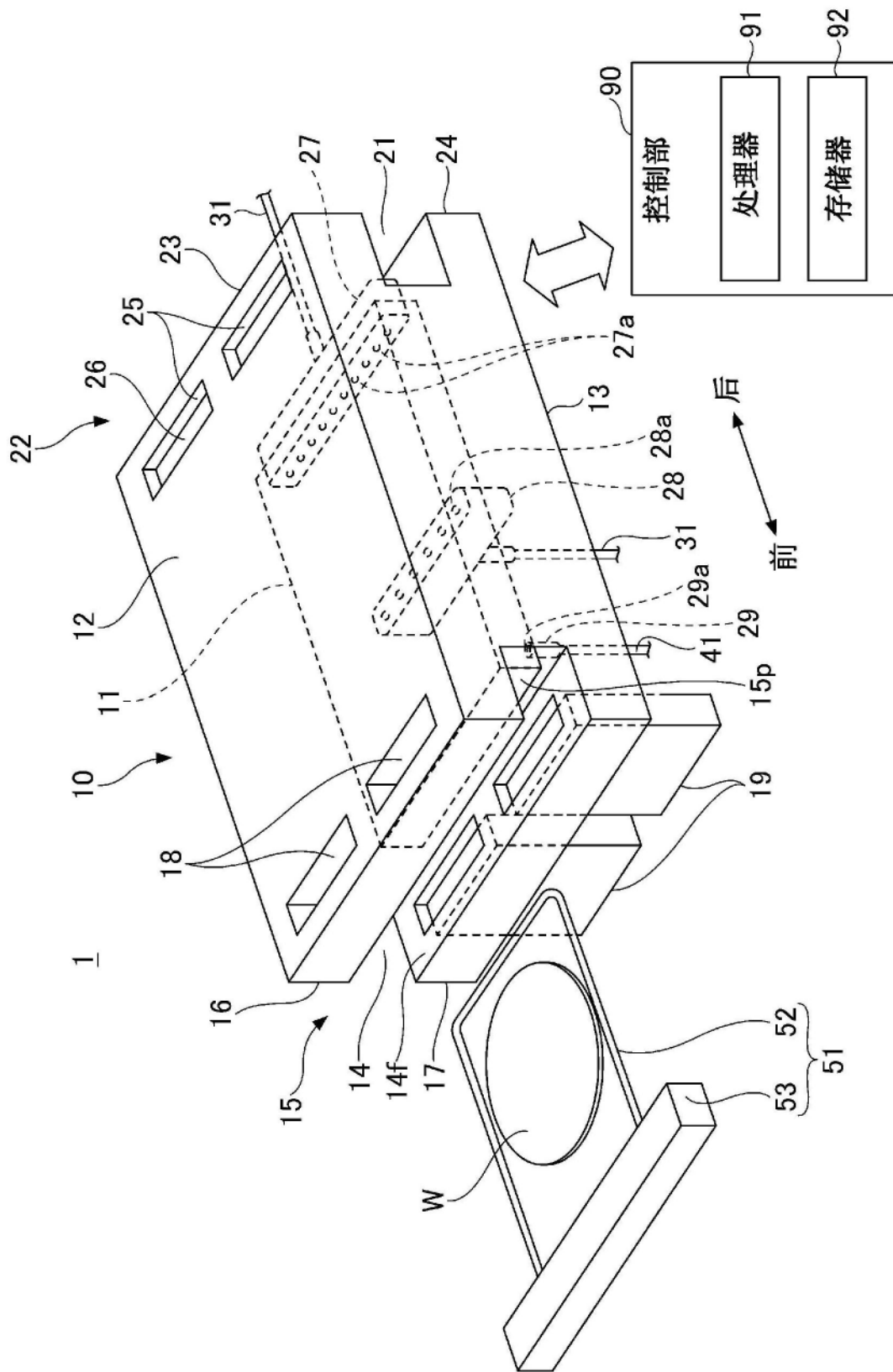


图1

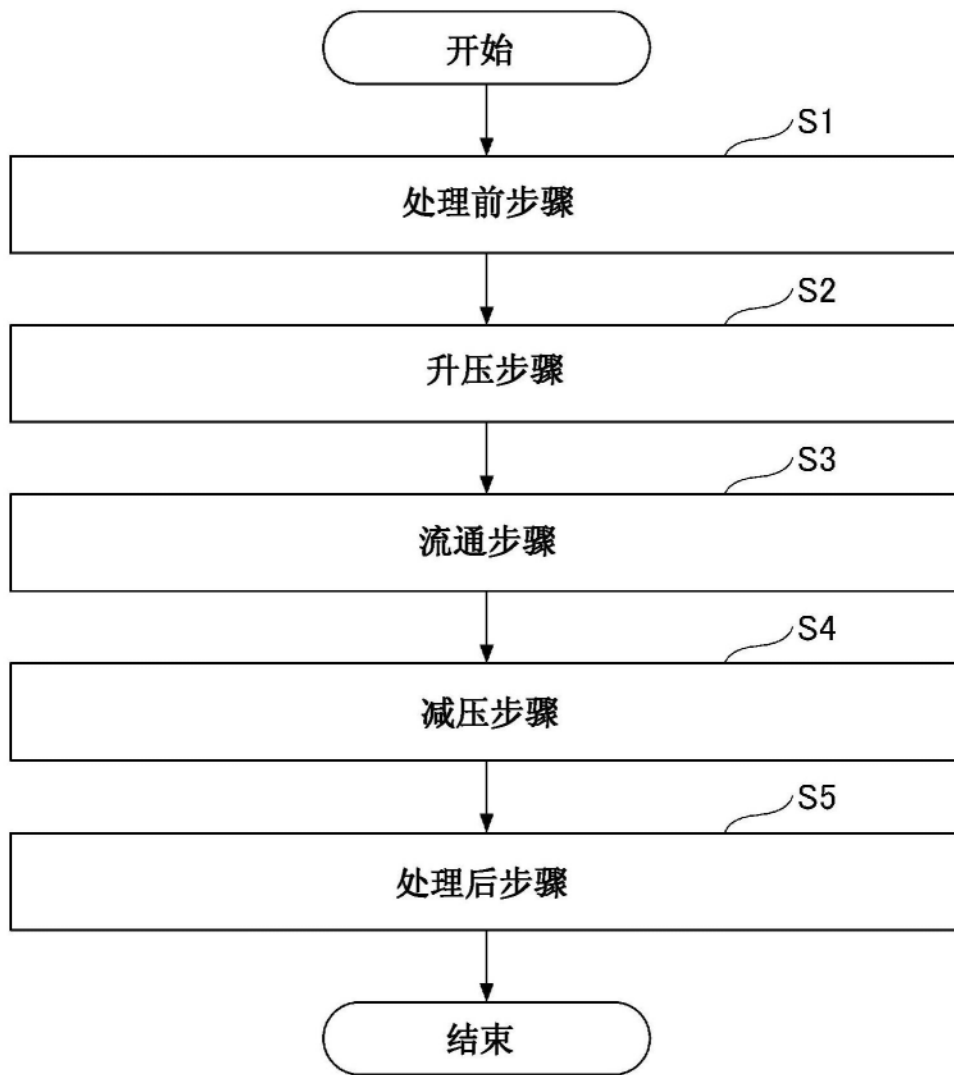


图3

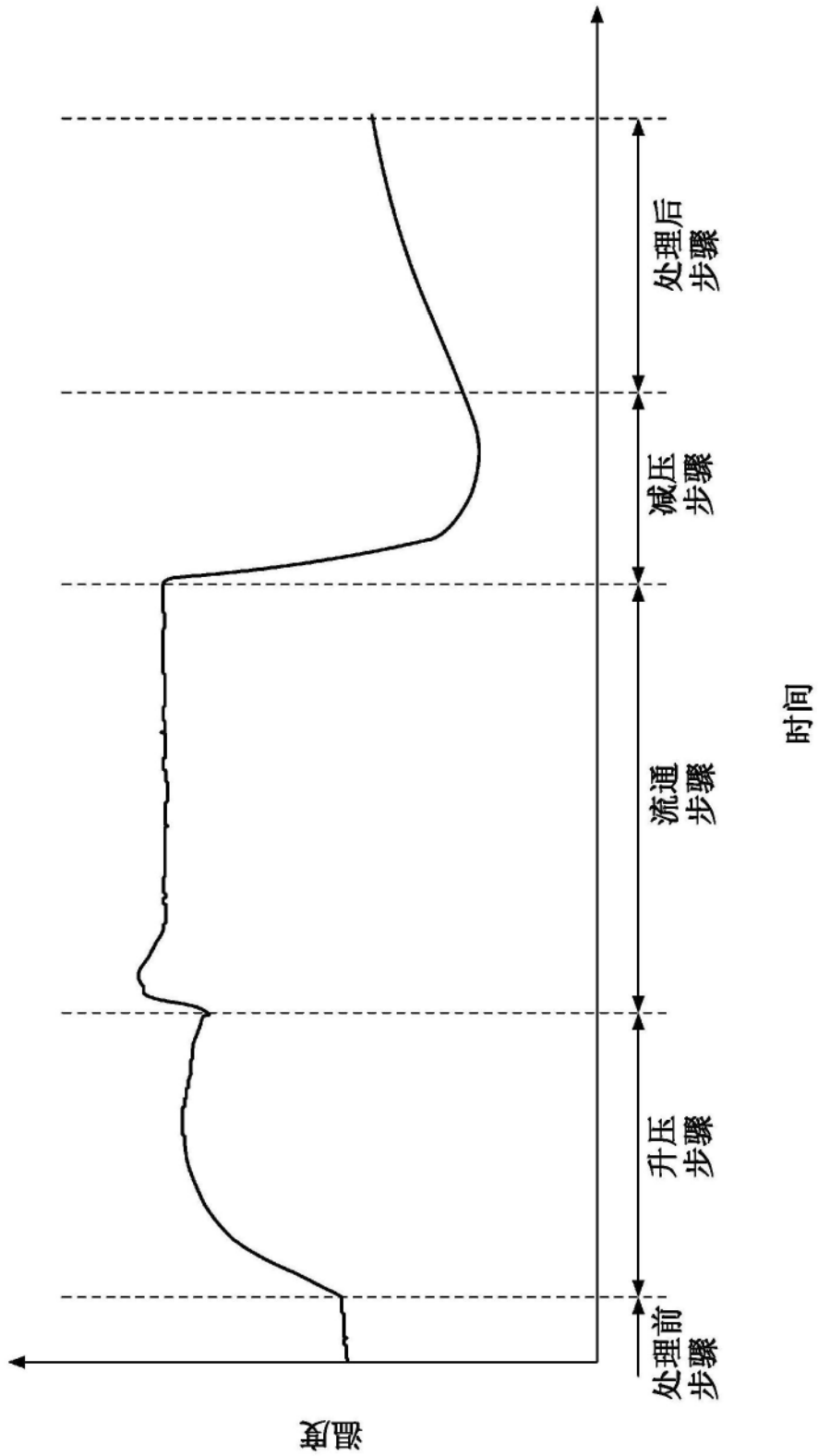


图4

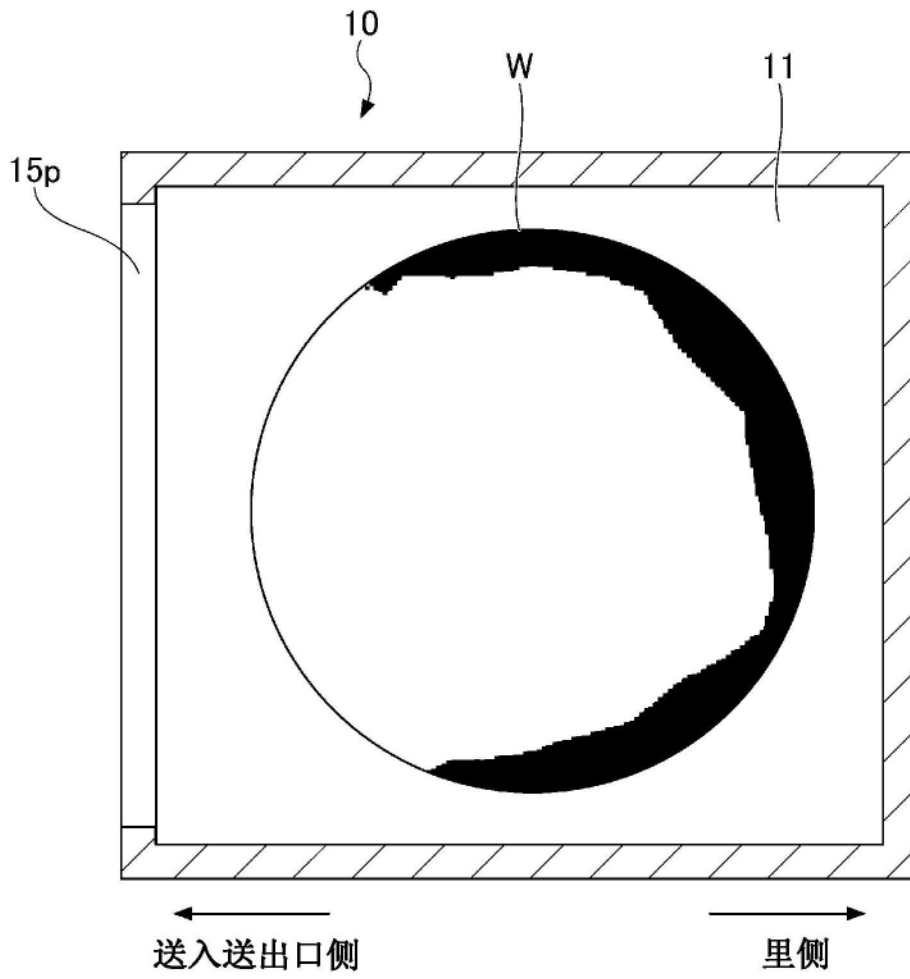


图5

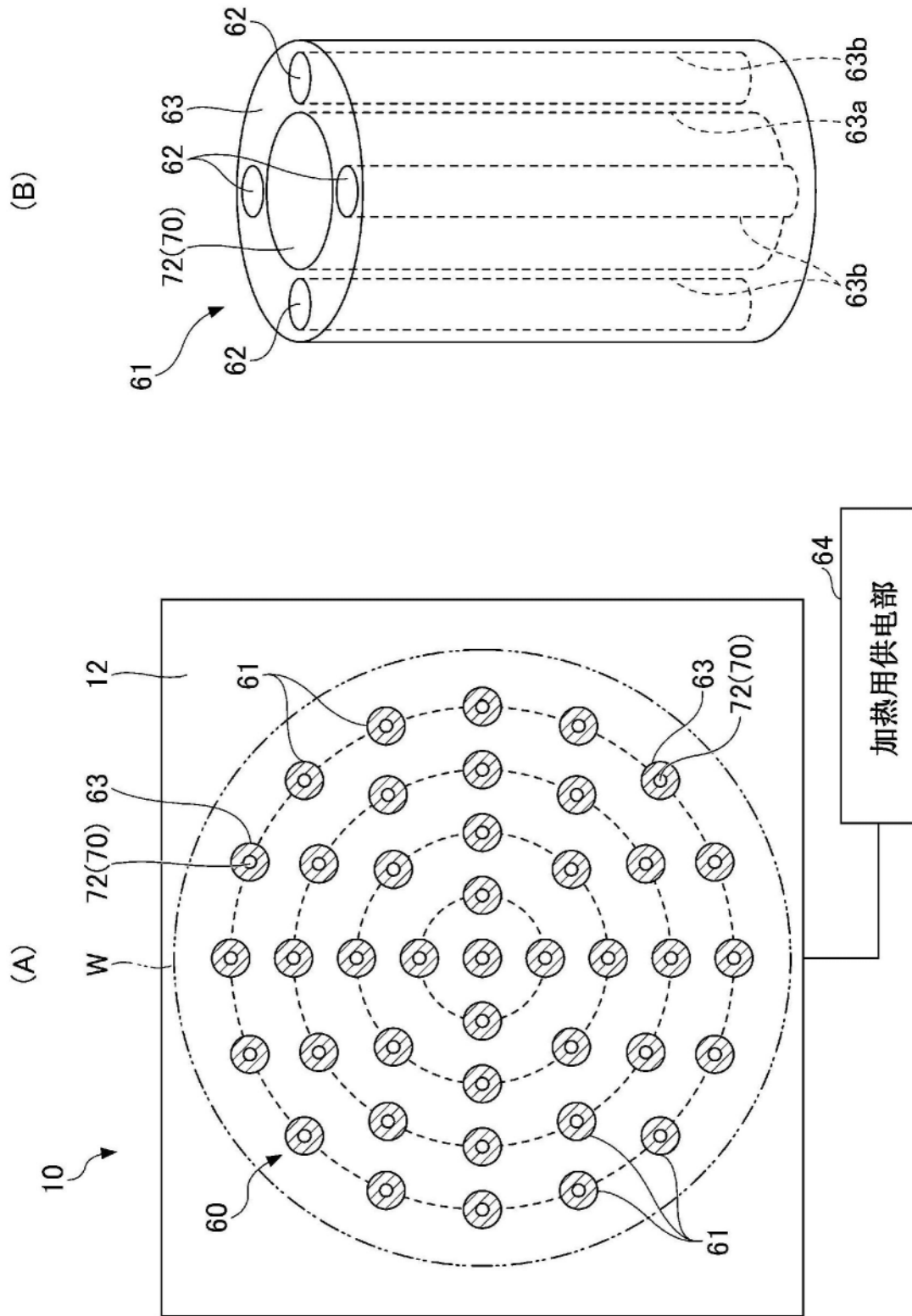


图6

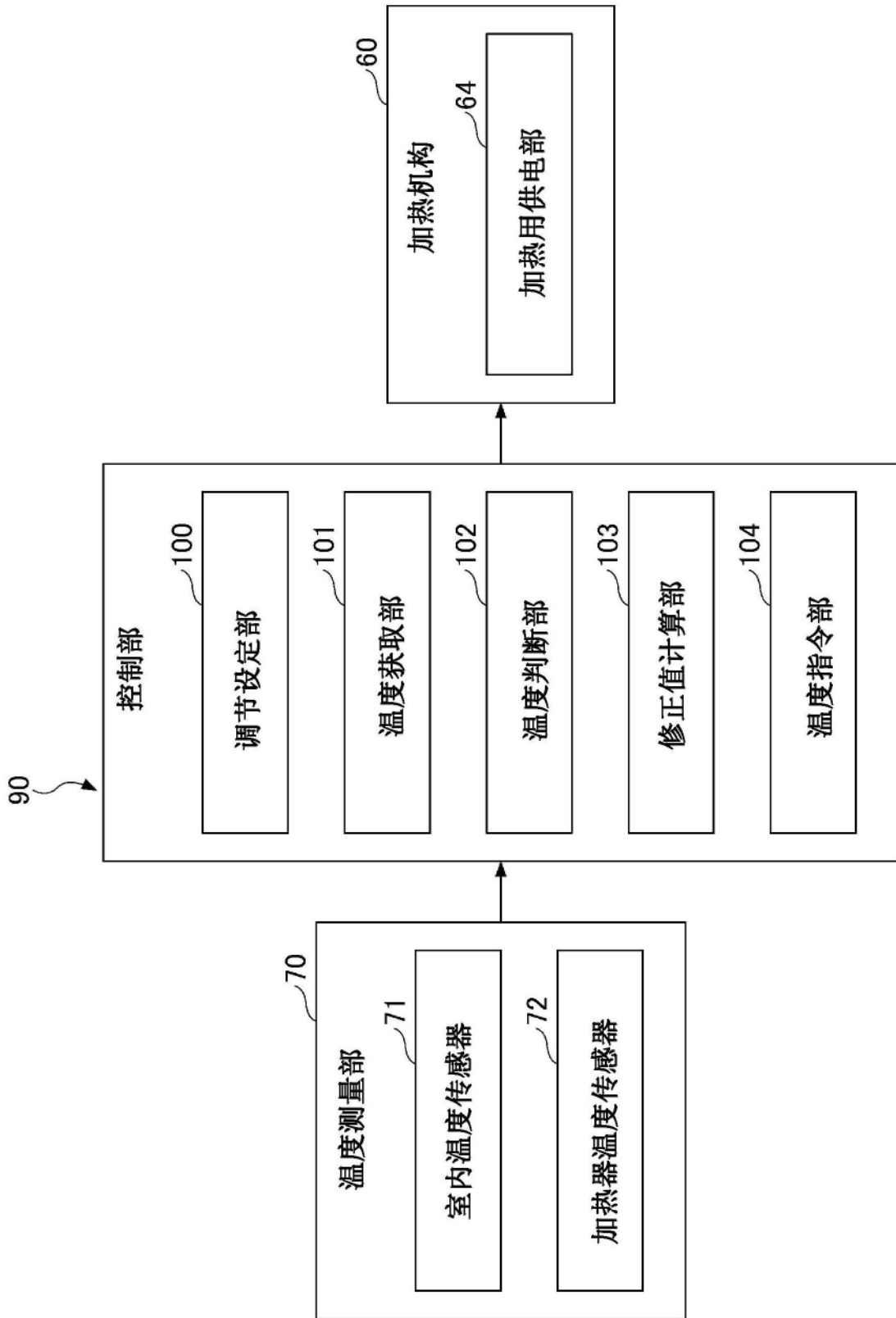


图7

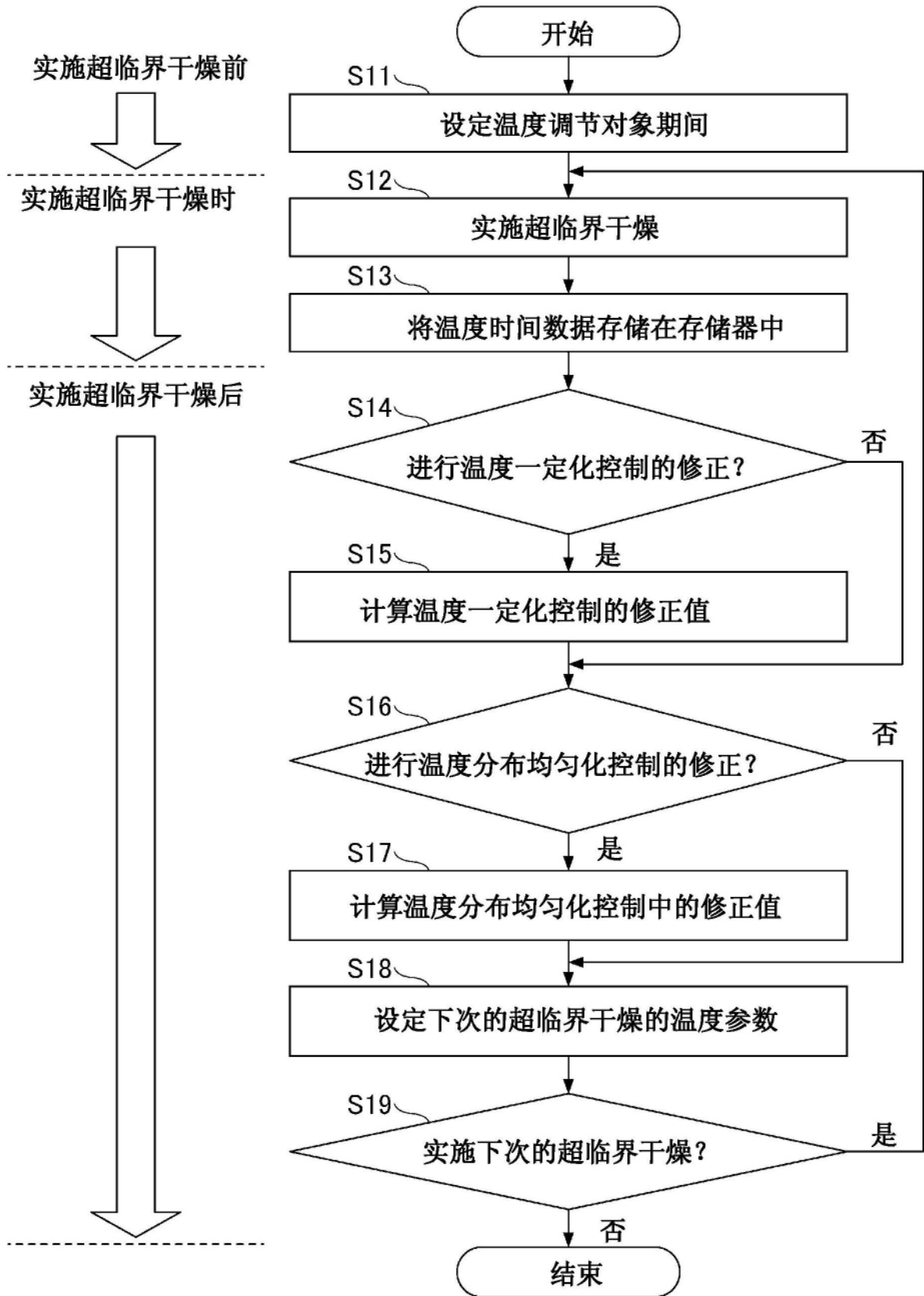


图8

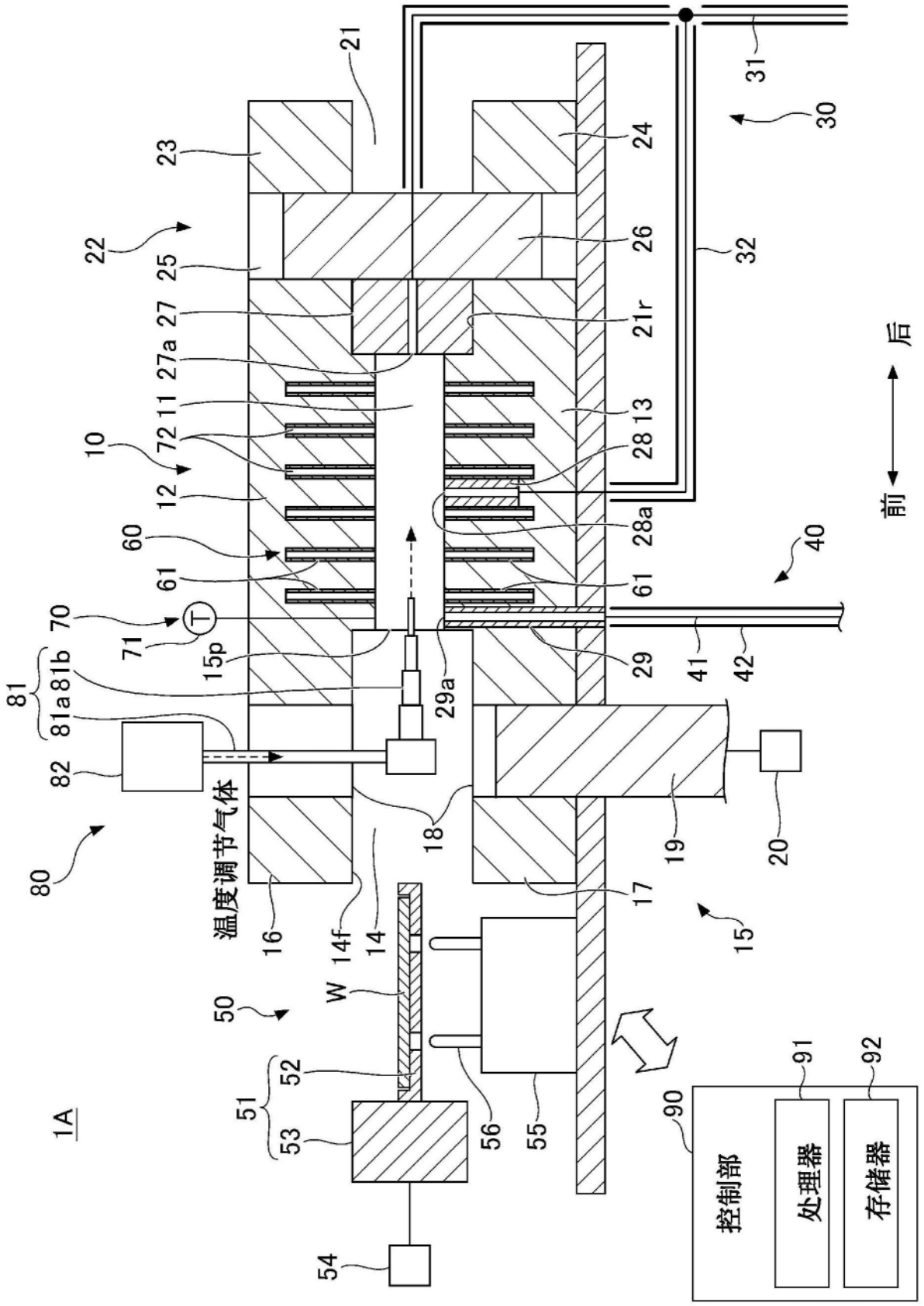


图9